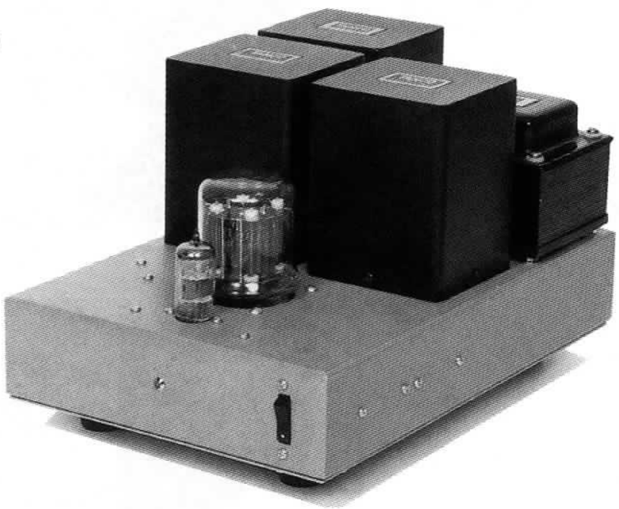
出力5WのA級アンプを2球で作る

3C33シングル ステレオ・ミニアンプ

渡辺直樹 Watanabe Naoki

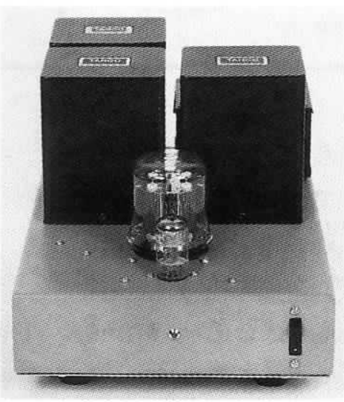


出力管にRCAの機器制御用高信頼タイプ双3極特殊管3C33を使用し，また電圧増幅兼ドライブ管にはNECの低雑音で高信頼双3極管12R-HH14を使用．このたった2本の真空管で両チャンネル出力5Wを得ており，周波数特性は良好で凹凸がまったくない素直な曲線となっている．歪率特性は3つの周波数の曲線がよく揃っている．ダンピングファクター特性も周波数特性同様，なだらかで凹凸がまったくなく，比較的能率の高いスピーカーシステムに合う数値である．試聴では高域，低域ともそれぞれ過不足なく，とくに低域部はかなり大きなエネルギーが感じられる．

本機をミニアンプの範疇に入れるのは，少々かわいそうな気もするシングルステレオアンプです．しかし出力管1本とドライブ管1本の合計2本でステレオアンプを構成しているのですから，やはりミニアンプがぴったりしているように思います．

ただし，この2本の真空管はいずれも双3極管ですから，実際には片チャンネル2素子で合計4素子を使用していることになります．またいかにミニアンプといえども，特性は相応に良好でないとなりません．

本誌1999年7月号で設計した「807シングルステレオアンプ」に示した諸条件をほぼクリアするようにしたうえで，ミニアンプのかわいらしさを出すように設計しました．



トランス類4個だけでシャシー上面の58%を占めてしまっている



LRの入出力端子などはシャシー後面にまとめてある．中央上はヒューズ

仕様概要

本機の特性は後で述べますが，概略は次のとおりです．

(1) 入出力特性
入力1V (両チャンネル駆動)
ノンクリップ出力：5W
入力1V (片チャンネル駆動)
ノンクリップ出力：6W

(2) 周波数特性
20Hz～30kHz
(－1dB出力5W時)

(3) 歪率特性
2%以下
(ノンクリップ出力5W時)

本機は100Hz，1kHz，10kHzのカーブがきれいに揃っているので，聴感時の歪み感が非常に少ない．負帰還量を増せば (10dB) 歪率は一段と下がります．

(4) ダンピングファクター特性
本機の増幅感度は低いので，負帰還量も4.8dBと少なくなり，

ダンピングファクター係数は5と低くなります．カーブは，ソフトディストーション型となっているので，この点からも歪み感が少ないことがわかります．

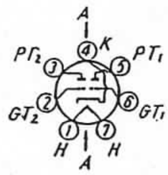
使用真空管

種々考察の結果，出力管にRCAの特殊管3C33を，電圧増幅兼ドライブ管にはNECの高信頼管12R-HH14を使用しています．12R-HH14は雑音の発生を少なくするために，機械的振動に対する対応，グリッド電流の低減などを考慮しカソード温度の適正化に努めた結果，ヒーター・カソード間の絶縁も向上し長寿命化しました．

また，RCAの3C33は，**表1**の同社発表データにも出ているように，機器を電気的に制御するために開発された真空管で，機械的構造も頑丈で，電気的にもピーク入力に対して充分な強度を持っています．

[表1] RCA発表の3C33データ

RCA 3C33
(Twin-Triode Power Amplifier)
General Data



plane of electrodes of each unit is parallel to plane through axis of tube and AA'

Electrical;
Heater, for Unipotential Cathode;
Voltage··········12.6±10% ac or dc volts
Current··········1.125 amp.
Amplification factor (per unit) 11.
Direct Inter electrode Capacitance (per unit)
grid to plate·······················5$\mu\mu$F.
grid to cathode················8.5$\mu\mu$F.
plate to cathode················4$\mu\mu$F.
Mechanical;
Mounting Position················Vertical, base up or down; Horizontal, with plane of each plate vertical
Overall Length·························3½"±3/16" (8.89cm)
Seated Length·························3 1/16"±3/16" (7.78cm)
Maximum Diameter···················· 1 3/16" (3.01cm)
Bulb···································· T-16
Base···································· Medium Molded-Flars Septar 7-pin

Control Amplifier Service

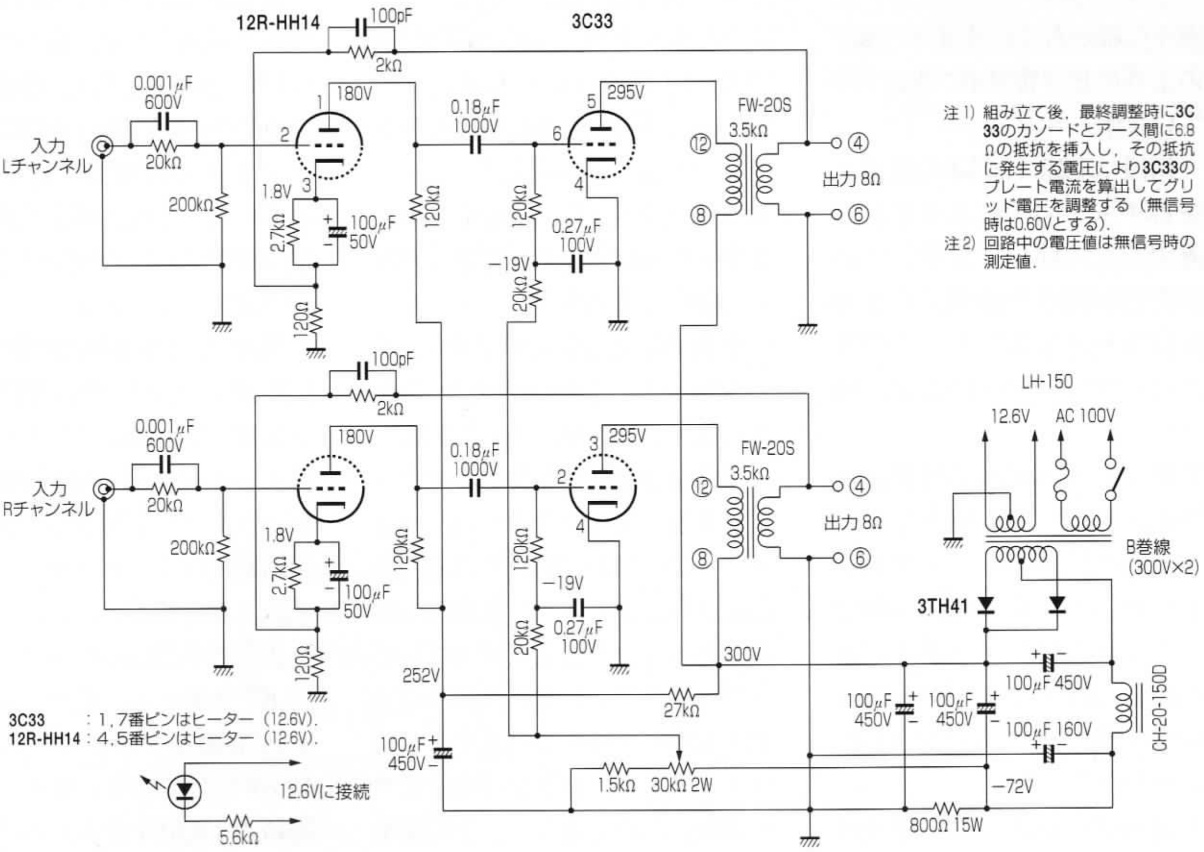
Maximum Ratings, Absolute Values;
Peak Plate Voltage··················· ±2,000 max. Volts
DC Grid Voltage······················ −200 max. Volts
Peak Cathode Current············ 500 max. mA
Average Plate Current············ 120 max. mA
Average Grid Current··············· 7.5 max. mA
Plate Dissipation····················· 15 max. Watts
Peak Heater-Cathode Voltage; ±100 max. Volts
*(Values are for each unit)

回路の設計

図1が本機の全回路です．

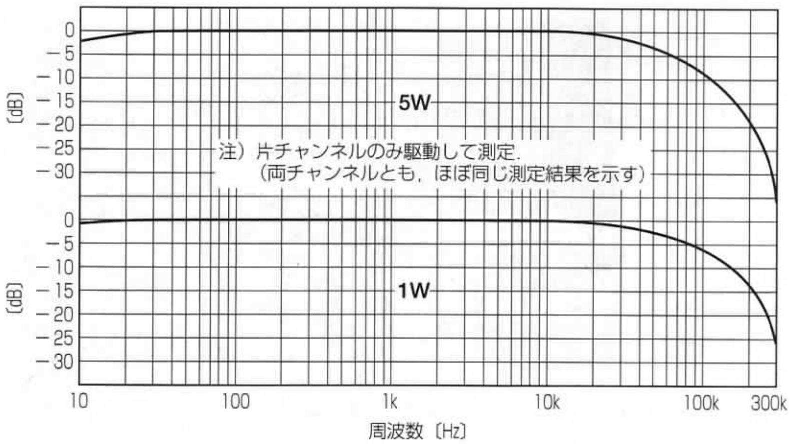
回路を読むときに留意していただきたい点を次にあげます．

①3C33も12R-HH14もともに双3極管であり，両真空管をLお

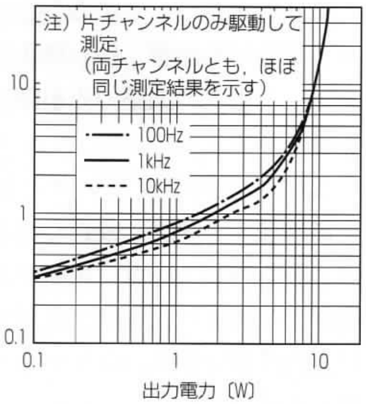


注1) 組み立て後，最終調整時に3C33のカソードとアース間に6.8Ωの抵抗を挿入し，その抵抗に発生する電圧により3C33のプレート電流を算出してグリッド電圧を調整する（無信号時は0.60Vとする）．
注2) 回路中の電圧値は無信号時の測定値．

[図1] 3C33ステレオミニアンプ回路図



［図 12］ 周波数特性



［図 13］ 歪率特性



［図 14］ ダンピングファクター特性

同時に同電圧を入力した場合の特性です．点線は片チャンネルのみ動作させた場合の特性です．少々片チャンネル動作の場合が出力は増えていますがわずかです．おそらく実際のソフト鑑賞の場合は影響はないと思います．

(2) 周波数特性

図12が周波数特性です．凹凸がまったくない素直な曲線になっています．本機は電力感度のマージンが少ないので負帰還量はわずかです．ゲインを上げて負帰還量を増せば，もっと広帯域特性にすることは可能ですが，必要性から見るとどうでしょうか．

(3) 歪率特性

図13が歪率特性です．最も大きな特徴は，3周波数の曲線がよく揃っていることです．このこととソフトディストーション型の特性によって，歪みが余り大きく感じられません．もっとも負帰還量を増やして歪率を下げることは簡単ですが，このままでも充分楽しめる音を出してくれます．

(4) ダンピングファクター特性

図14がダンピングファクター特性です．この曲線も周波数特性同様，なだらかで凹凸がありません．比較的能率の高いスピーカーシステムに合う数値となっています．

応答波形

オシロスコープの応答波形を観察すると，アンプの状況が非常によくわかります．

写真1，2はR，L両チャンネルに同時に同信号を入力した場合の応答波形です．いずれも上の波形がRチャンネルで下がLチャンネルの波形を示します．

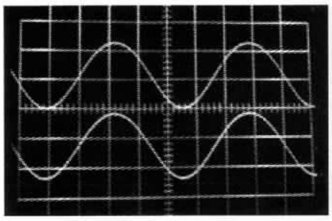
写真1はアンプ入力は1kHzのサイン波で1Vです．出力側では5Wとなっています．両チャンネルの波形はきれいに揃っており，左右ともアンプの状態は良好であることがわかります．

写真2（a）はアンプ入力を100Hzの方形波にした場合の応答波形です．この場合も左右ともアンプの特性（ここでは周波数特性）が低域まで揃っていることがわかります．波形は直線になっています．もしも低域部の周波数特性が悪い場合には弓型に反った曲線になります．低域部が早く落ちるほど反り方がひどくなり，周波数特性があまりよくないことを表しています．

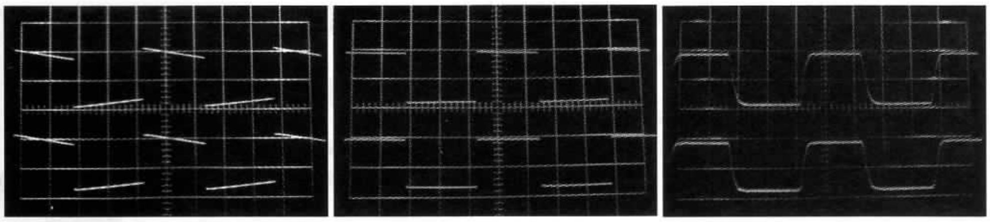
（b）は1kHzの方形波応答波形です．このレンジの波形は，中心部を1kHzとして100Hzから10kHzの範囲を受け持っています．平坦な直線が示されていれば100Hzから10kHzの間の周波数特性はほぼフラットであるといえます．

（c）は10kHzの方形波応答波形です．高域補整がうまく調整できたかどうかが歴然と現れる応答波形でもあります．特に波形の左肩あたりにピークやリンギングが現れているときは，高域補整がうまくいってないことを示しています．負帰還量を多くして帯域を広げたアンプでは，波形の左肩のリンギングが出やすいようです．

アンプの負荷はダミー抵抗だけではありません．スピーカーシステムを接続した場合にはアンプ負荷に容量性が加わります．アンプが不安定な場合は容量性の負荷が接続されたとき発振する場合が

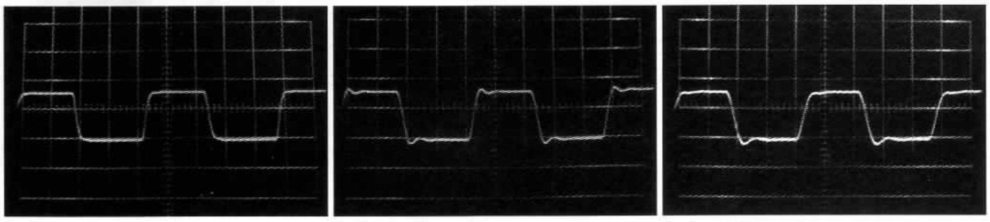


[写真1] サイン波形応答 5W（1kHz，負荷8Ω，上がL-ch，下がR-ch波形）



（a） 100Hz　（b） 1kHz　（c） 10kHz

[写真2] 周波数による方形波応答（負荷8Ω，上がL-ch，下がR-ch波形）



（a） 負荷8Ω＋0.1μF　（b） 負荷8Ω＋0.5μF　（c） 負荷8Ω＋1.0μF

[写真3] 容量負荷時の方形波応答（10kHz，L-ch波形）

往々にして起こります．この場合を想定して実験したのが，**写真3**のダミー抵抗に並列にコンデンサーを抱かせた負荷を接続し，10 kHzの方形波を入力したときの応答波形の変化の観察です．

写真3（a）は8Ωのダミー抵抗に0.1μFのコンデンサーを並列接続した場合です．この場合はほとんど波形の変化はありません．

（b）はダミー抵抗に0.5μFを抱かせた場合です．100kHzあたりで少々持ち上がっていますが発振する恐れはありません．

（c）はダミー抵抗に1.0μFを抱かせた場合です．0.5μFの場合と同様，あまり変化はありません．

以上の実験から，本機は充分な安定性を持ったアンプといえると思います．

試　聴

アンプ製作の課程で，最も気になるのは音を出すときでしょう．筆者の場合は，音出しの前に測定を行い調整を行っているので，だいたいの音の傾向は予測していますが，ときには予測を超えた音が出る場合もあります．

試聴時に使用した機器およびソースは**表5**に示すとおりです．

試聴したときの第一印象は，出力5Wの小出力のミニアンプなのに，非常にダイナミックな鳴り方をしてくれたということです．

ソースのAおよびBはダイナミックレンジ，周波数レンジともに非常に広い録音がされていますが，混沌とならず，きちんと分離して明瞭に音を出しています．

高域，低域ともそれぞれ過不足なく出ていますが，多楽器の合奏になった場合，大太鼓が響きすぎるように感じます．低域部のエネルギーが相当あるように感じました．といって，高域部に力感がないわけではありません．高，低域を別々に聴いた場合は，それぞれ同じような力感を感じますが，同時に聴くときは，低域部の方に，より大きなエネルギーを感じます．

E），F）の2曲のソースは，主体はソロ演奏であり，2，3の楽器がバックに付く小編成の静かなものですが，この場合でも静かにソロ奏者を立てたバックの鳴り方は気持ちのよいものです．

試聴後の感想では，ミニアンプのカテゴリーに入る小粒なアンプですが，相当のスケール感を持っています．

[表5] 試聴時に使用した機器および音楽ソース

1. CDプレーヤー：パイオニア製DVD，LDプレーヤーDVL-919
2. CD専用プリアンプ：本誌別冊「CD使いこなしテクニック」の筆者発表機
3. スピーカーシステム：アルテック製612Cモニター
4. 試聴ソース（CD）
   - A) Audio STAKKATO，ドイツ版オーディオチェック用CD，CD-101001，ポリグラム
   - B) ザ・オール・スター・パーカッション・アンサンブル，『カルメン・ファンタジー』，MDC-10007，モス・ミュージック
   - C) オスカー・ピーターソン・トリオ，『イパネマの娘』，V6-8606，ヴァーヴ
   - D) 組曲『展覧会の絵』，ウイーンフィル，432 557-2，フィリップス
   - E) ナルシソ・イエペス，『禁じられた遊び』，K32Y2016，キング・レコード
   - F) ザ・スタンダード，ソニー・ロリンズ，『トラヴェリン・ライト』，BVCJ-7327，RCA

今後の問題としては，負帰還量を少々増加させて，低域部をもう少し締めたいと思います．前段をEF86などの5極管に替えれば簡単ですが，この場合は前段が2本となり，外観はどうでしょうか．

次号では引き続き3C33単管プッシュプルステレオアンプを紹介いたします．